

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-212855  
 (43)Date of publication of application : 15.08.1997

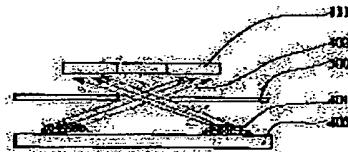
(51)Int.Cl.	<b>G11B 5/82</b> <b>G11B 5/09</b> <b>G11B 5/56</b> <b>G11B 5/85</b>
(21)Application number : 08-018620	(71)Applicant : <b>HITACHI LTD</b> <b>HITACHI MAXELL LTD</b>
(22)Date of filing : 05.02.1996	(72)Inventor : <b>TAKAYAMA TAKANOBU</b> <b>TANAHASHI KIWAMU</b> <b>YOSHIDA KAZUYOSHI</b> <b>SUZUKI MIKIO</b> <b>HIRAYAMA YOSHIYUKI</b> <b>FUTAMOTO MASAAKI</b> <b>MARUYAMA YOJI</b>

**(54) MAGNETIC RECORDING MEDIUM, MAGNETIC HEAD, AND MAGNETIC RECORDING AND REPRODUCING DEVICE USING THEM**

**(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve the reproducing output/medium noise ratio and the line recording density by forming a magnetic layer so that the axis when easy magnetization axis is projected on the surface of the magnetic recording medium is tilted in one direction from the direction of tracks for information recording.

**SOLUTION:** Volume particles 402 are sputtered from a circular target 400 to a disk substrate 111. In this process, a circular aperture 300 is formed between the sputtering target 400 and the substrate 111 so as to deposit particles sputtering in the radial direction of the substrate 111 from the area 401 which generates sputtering particles with high density and is concentrically formed on the surface of the target 400. Ti to be the base layer of the magnetic layer is formed in 50nm thickness by this method, and then a Co-Cr-Ta alloy is formed in 100nm thickness as the magnetic layer. By this method, the surface recording density is several times as much as a conventional intrasurface recording method can be obtid.



**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 13.05.2002  
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]  
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
 [Date of final disposal for application]  
 [Patent number]  
 [Date of registration]  
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]  
 [Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-212855

(43)公開日 平成9年(1997)8月15日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 11 B 5/82			G 11 B 5/82	
5/09	3 1 1		5/09	3 1 1 Z
5/56			5/56	R
5/85			5/85	Z

審査請求 未請求 請求項の数18 O.L (全 9 頁)

(21)出願番号	特願平8-18620	(71)出願人	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(22)出願日	平成8年(1996)2月5日	(71)出願人	000005810 日立マクセル株式会社 大阪府茨木市丑寅1丁目1番88号
		(72)発明者	高山 孝信 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内
		(72)発明者	樋橋 究 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内
		(74)代理人	弁理士 小川 勝男
			最終頁に続く

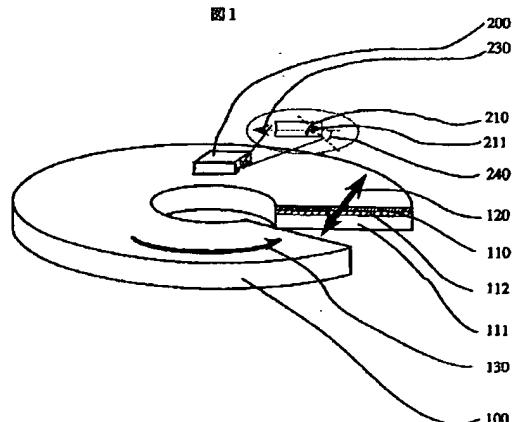
(54)【発明の名称】 磁気記録媒体及び磁気ヘッド並びにこれらを用いた磁気記録再生装置

(57)【要約】

【課題】面記録密度を大幅に向上できる、磁気記録媒体、磁気ヘッドおよび磁気記録再生装置を提供する。

【解決手段】膜面垂直方向から半径方向に磁化容易軸が傾斜した磁気記録媒体、記録トラック方向に対して、大きなヨー角を有する磁気ヘッド、およびこれらの磁気記録媒体、磁気ヘッドを用いて記録する磁気記録再生装置。

【効果】従来の磁気記録媒体、磁気ヘッドの作製法を僅かに変更するだけで、斜め磁気記録を円形の磁気ディスクに適用でき、従来の面内磁気ディスクに比べ、大幅に再生出力/媒体ノイズ比、線記録密度、トラック密度を向上でき、特に高密度磁気記録に有用である。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】情報を磁気ヘッドを用いて磁気的に記録する磁気記録媒体の磁化容易軸を該磁気記録媒体表面に投影したときに、該磁化容易軸を該磁気記録媒体表面に投影した軸が情報を記録するトラックの方向から一方向に傾斜して存在することを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項2】上記磁化容易軸が媒体法面内に存在することを特徴とする請求項1記載の磁気記録媒体。

【請求項3】上記磁化容易軸を該磁気記録媒体表面に投影した軸が、情報を記録するトラックの方向から20度以上の角度で傾斜して存在することを特徴とする請求項1または2記載の磁気記録媒体。

【請求項4】上記磁化容易軸を該磁気記録媒体表面に投影した軸が、情報を記録するトラックの方向から30度以上の角度で傾斜して存在することを特徴とする請求項3記載の磁気記録媒体。

【請求項5】上記磁化容易軸を該磁気記録媒体表面に投影した軸が、情報を記録するトラックの方向に対して概ね直交する方向に存在することを特徴とする請求項3記載の磁気記録媒体。

【請求項6】上記磁気記録媒体が、円形の非磁性基体上に形成された磁気記録媒体であることを特徴とする請求項1から5までのいずれかに記載の磁気記録媒体。

【請求項7】上記磁気記録媒体が、円形の非磁性基体上に軟磁性の高透磁率層を介して形成された磁気記録媒体であることを特徴とする請求項1から5までのいずれかに記載の磁気記録媒体。

【請求項8】テープ状の非磁性基体上に形成された磁気記録媒体の磁化容易軸を該磁気記録媒体表面に投影したときに、該磁化容易軸が該テープの長手方向から傾いて存在することを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項9】上記磁気記録媒体の磁化容易軸を該磁気記録媒体表面に投影したときに、該磁化容易軸が該テープの長手方向から30度以上傾いて存在することを特徴とする請求項8記載の磁気記録媒体。

【請求項10】上記磁気記録媒体の磁化容易軸を該磁気記録媒体表面に投影したときに、該磁化容易軸が該テープの長手方向に対して概ね直交する方向に存在することを特徴とする請求項8記載の磁気記録媒体。

【請求項11】磁気記録媒体に磁気的に情報を記録するリング型磁気ヘッドにおいて、該リング型磁気ヘッドのギャップが記録情報を形成してゆくトラック方向に対して、15度以上90度未満の範囲で傾斜して設置される構造であることを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項12】磁気記録媒体に磁気的に情報を記録するリング型磁気ヘッドにおいて、該リング型磁気ヘッドのギャップが記録情報を形成してゆくトラック方向に対して、30度以上90度未満の範囲で傾斜して設置される構造であることを特徴とする請求項11記載の磁気ヘッド。

【請求項13】磁気記録媒体に磁気的に情報を記録する単磁極型磁気ヘッドにおいて、該単磁極型磁気ヘッドの主磁極の後端部が記録情報を形成してゆくトラック方向に対して、15度以上90度未満の範囲で傾斜して設置される構造であることを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項14】磁気記録媒体に磁気的に情報を記録する単磁極型磁気ヘッドにおいて、該単磁極型磁気ヘッドの主磁極の後端部が記録情報を形成してゆくトラック方向に対して、30度以上90度未満の範囲で傾斜して設置される構造であることを特徴とする請求項13記載の磁気ヘッド。

【請求項15】請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9又は10記載の磁気記録媒体に情報を磁気的に記録する手段を有することを特徴とする磁気記録再生装置。

【請求項16】請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9又は10記載の磁気記録媒体に、請求項11もしくは12記載の磁気ヘッドを用いて情報を磁気的に記録する手段を有することを特徴とする磁気記録再生装置。

【請求項17】請求項7記載の磁気記録媒体に、請求項13もしくは14記載の磁気ヘッドを用いて情報を磁気的に記録する手段を有することを特徴とする磁気記録再生装置。

【請求項18】請求項15、16又は17記載の磁気記録再生装置を用い、情報を磁気的に記録するために磁気ヘッドに供給する記録電流の極性を反転させる際、極性を反転せずに記録電流を減少もしくは停止させる中立時間Tを挟んで記録電流の極性を反転させる手段を有することを特徴とする磁気記録再生装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は面記録密度を大幅に向上できる磁気記録方式に係り、特に高密度磁気記録を達成するための磁気記録媒体及び磁気ヘッド並びにこれを用いた磁気記録再生装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】磁気記録の分野、特に磁気ディスクにおける記録密度の向上は近年著しいものがあるが、更に高密度の記録再生装置を実現するための研究、開発が進められている。現在、磁気ディスクで使用されている記録方式は記録磁化的向きをトラック方向に向ける面内記録方式である。なお、更なる高密度化を進めるために、記録媒体として、高線記録密度においても自己減磁のない垂直磁気記録方式が提案され、(岩崎、大内：アイ・イー・イー・トランザクションズ マグネティックス、マグ-14 (Iwasaki、Ouchi : IEEE Trans. Magn. , MAG-14), 849 (1978))等、盛んに研究されているが、実用化には至っていない。

【0003】一方、VTRの分野においては、面内記録が主であるが、高線記録密度においても垂直磁気記録と

同様、自己減磁がない斜め記録方式が採用されている。特に、媒体としてはCo-Ni斜め蒸着テープがハイバンド8mmVTR用磁気テープとして実用化されており、また、その特性改良されたものが、将来の小型デジタルVTR用テープとしても期待されている（吉田、篠原、小田桐：ジャーナル オブ マグнетックス ソサイアティ オブ ジャパン 18巻（Yoshida, Shinozawa, Odagiri : Journal of The Magnetics Society of Japan, Vol. 18) No. S1,439 (1994)）。

【0004】なお、現行の磁気記録に用いられているリング型磁気ヘッドを用いた磁気記録において、斜め記録方式が面内記録、垂直記録に比べ、高密度記録に好適であることが、東北大の田河らのシミュレーション（田川、清水、中村：ジャーナルオブ マグネットックス ソサイアティ オブ ジャパン 15巻（Tagawa, Shimizu, Nakamura : Journal of The Magnetics Society of Japan, Vol. 15) No. S2,827）により確認されており、磁気ディスクにおいても、斜め記録方式を採用することにより、飛躍的な記録密度向上が期待される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、磁気テープの場合、例えば強磁性のCo-Ni合金を斜め蒸着することにより、磁化容易軸が記録方向に傾斜した磁気記録媒体を形成することができるが、磁気ディスクの場合、円形の基板上の円周方向に磁化容易軸が傾斜した磁性層を形成することは、特開昭58-128023号公報にも開示されているように原理的には可能であるが、製品として量産するには技術的に難しい。従って、斜め記録方式を採用した磁気ディスク装置の実用化はほとんど不可能であると考えられてきた。

【0006】本発明の目的はこの問題を解決することにあり、その第1の目的は斜め記録方式を磁気ディスクにおいて実現するための磁気記録方式を提案し、これまでにない高密度、大容量の磁気記録再生装置を提供すること、第2の目的は斜め記録方式を実現するのに好適な磁気記録媒体を提供すること、第3の目的は斜め記録方式を実現するのに好適な磁気ヘッドを提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】斜め記録方式を磁気ディスクに適用するには、従来、円形の基板上に形成する磁性層の磁化容易軸を円周方向に傾斜させようと考えていたため、原理的には作製可能であっても、生産を考えると製法が難しく、実現出来なかつた。

【0008】そこで、本発明者らは、円形の基板上に形成する磁性層の磁化容易軸を半径方向に傾斜させた磁気記録媒体を用いて、実効的に半径方向に磁界を発生する磁気ヘッドを用いれば、磁気ディスクにも斜め記録することが可能であると考え、実際に研究を進めた結果、斜め記録が可能であり、しかも、従来の面内記録方式に比

べ格段に高い記録密度が達成できることを見出した。

【0009】即ち、上記本発明の第1の目的は、例えば、円形基板の半径方向に磁化容易軸が傾斜した媒体を用いて、ヨー角が15度以上のリング型磁気ヘッドを用いて記録することによって達成される。第2の目的は、例えば、円形基板の半径方向に磁化容易軸が傾斜した媒体構造とすることによって達成される。第3の目的は、例えば、磁気ヘッドのギャップ部が記録する円形基板の円周方向から半径方向に大きく傾斜した構造とすることにより、達成される。

【0010】なお、本発明の研究を進める過程で上述の磁気ディスクの場合と同様に、媒体の磁化容易軸が磁気ヘッドと媒体の相対移動方向に対して直交するような方向に投影され、ヘッド磁界の方向を適度に傾斜させる方式を磁気テープに適用しても、十分に記録再生が可能であることが分かった。また、磁気ディスク、磁気テープ何れの場合も、媒体の磁化容易軸が、磁気ヘッドと媒体の相対移動方向に対して直交するような方向に限らず、磁気ヘッドと媒体の相対移動方向に対して適度に傾いている場合でも十分に高い記録密度が達成できることが分かった。

【0011】また、本発明者らは、記録磁気ヘッドに供給する記録電流の反転時に極性を反転させずに、中立時間を設ける方式を、本発明の媒体と磁気ヘッドの相対関係においても適用してみた。その結果、通常の斜め記録の場合と同様に、出力/媒体ノイズ(S/N)比を大幅に改善でき、記録密度を向上できることが分かった。

【0012】図1に本発明による磁気記録方式を説明する磁気記録媒体と磁気ヘッドの構成の例として、磁気記録媒体の磁化容易軸が、記録トラック方向に直交する面内に存在する場合を示す。

【0013】まず、磁気記録媒体100は、磁性層110の磁化容易軸120が記録トラック130に直交する面内に存在している。次に磁気ヘッド200の二つの磁極210及び211により形成されたギャップ部220は、記録トラック方向130から大きく傾斜し、記録トラック方向から傾いた方向に強い磁界を発生する配置となっている。従って、ヘッド200から発生する磁界は、磁気記録媒体100の磁化容易軸120の方向にも、実効的に強い磁界成分を有することになる。このような構成にすることにより、記録トラック方向に直交する方向の強い記録磁界成分により、磁化容易軸120が記録トラック130に直交する面内に存在している媒体の磁化が記録される。

【0014】なお、この様に、これまでの常識では考えられない、磁化容易軸が記録トラックに直交する場合に、十分に磁気記録できることが分かったことから、磁気記録媒体面に投影した媒体の磁化容易軸が、記録トラック方向から適度に傾いた様な場合について記録できることは明らかである。なお、理由は明らかでは無いが、

このように磁気記録媒体面に投影した媒体の磁化容易軸が、記録トラック方向から適度に傾いた場合の方が、磁気記録媒体面に投影した媒体の磁化容易軸が、記録トラック方向に一致した場合に比べて、むしろ高いS/Nが得られ、高密度記録に適していることが本発明者らの研究の結果明らかになった。

【0015】なお、VTRの分野では、例えばヘリカル走査方式により、磁気ヘッドと磁気記録媒体の相対移動方向が、媒体表面に投影される媒体の磁化容易軸の方向とは僅かに異なるが、概ね相対移動方向は、媒体表面に投影される媒体の磁化容易軸の方向に近い。また、さらにVTRの分野では、トラック間のガードバンドを省略してトラック密度を高めるために、記録再生する二つのヘッド間で相対的にギャップの角度（アジマス）を±θだけ傾けておき、アジマス損失を利用してクロストークを減少させるアジマス記録方式が採用されている。しかしながら、媒体の磁化容易軸を媒体表面に投影すると、記録トラックの方向に近い角度で存在している。これに對し、本発明では、媒体の磁化容易軸を媒体表面に投影したときに、その方向は記録トラック方向に対して、大きく傾斜しており、磁気ヘッドのギャップの向きに関わらず、本質的に異なるものである。

#### 【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を説明する。

#### 【0017】実施例1

本発明の磁気記録媒体は図2に示す概念図のように斜め入射スパッタ法により作製した。スパッタ装置は、現行の面内磁気記録媒体を作製しているものと同じであるが、スパッタにより、円形のターゲット400から円形の基板111上に飛来する体積粒子402は、ターゲット400表面上に同心円状に存在するスパッタ粒子高密度発生領域401から、基板111の半径方向に飛来している成分を堆積させるために、スパッタ・ターゲット400と基板111の間に円形のアーチャー300を設けた。この様な配置で、磁性層の下地となるTiを50nmの膜厚で形成し、その上に磁性層として、Co-Cr-Ta合金を100nmの膜厚で形成した。なお、磁性層のCo-Cr-Ta合金の形成は通常の面内媒体の形成と同じ方法で形成したが、X線回折法によりTi下地膜、Co-Cr-Ta膜共にc軸が膜面垂直方向から半径方向に傾斜していることが確認された。また、作製した本発明の磁気記録媒体を切りだし、基板の円周方

向、半径方向及び垂直方向の磁化曲線を計測したところ、図3に示すように、円周方向では磁化曲線が傾斜しており、狭いヒステリシス曲線1133であり、半径方向ではやや傾斜しているものの角形性が良く、大きなヒステリシス曲線1131となった。また、垂直方向の磁化曲線も角形性が良く、大きなヒステリシス曲線1132となった。この様なことから、形成した磁気記録媒体の磁化容易軸は膜面垂直方向から半径方向に傾斜しており、円周方向は相対的に磁化困難軸となっていると考えられる。

【0018】なお、比較例の1番目として、円形アーチャーを取り付ける前のスパッタ装置を用いて、Cr下地膜を50nmの膜厚で形成した上に本発明のCo-Cr-Ta合金膜と同じ組成で20nmの膜厚で形成し、面内磁気記録媒体を形成した。また、2番目として、円形アーチャーを取り付ける前のスパッタ装置を用いて、Ti下地膜を50nmの膜厚で形成した上に本発明のCo-Cr-Ta合金膜と同じ組成で100nmの膜厚で形成し、垂直磁気記録媒体を形成した。

【0019】図4に本発明の磁気ヘッドの記録媒体対面の模式図を示す。本実施例では現行の磁気ディスクに用いている薄膜ヘッドと同じ製造工程で作製し、ギャップ部220が記録トラック方向130に対して60度傾斜、即ち、ヨー角240が60度となるように、斜めにスライダ211を切りだした。なお、比較の面内記録と垂直記録のためには、同じ薄膜ヘッドを記録トラック方向130にギャップ部220が対向し、ヨー角240が0度となるように、通常の角度でスライダ211を切り出して作製した。

【0020】このようにして、斜め記録、面内記録及び垂直記録用のヘッド媒体をそれぞれ作製し、記録再生特性を比較評価した。なお、60度のヨー角で記録再生する斜め記録の場合、ヨー角が0度の場合に対して、ヘッド媒体間の相対速度、記録周波数が同一であっても、実質の相対速度が60度の余弦（cos 60°）であるとして、線記録密度はcos 60°の逆数倍（2倍）とみなし、また、再生出力及びノイズの測定値も2倍に換算して比較した。その結果を、面内配向媒体に対してヨー角が0度の場合を基準として、相対デシベル値で第1表に示す。

#### 【0021】

【表1】

表1

媒体の種類	ヨー角	S <sub>rec</sub>	S <sub>noise</sub>	N <sub>noise</sub>	(S/N) <sub>noise</sub>
面内配向	0度	0 (基準)	0 (基準)	0 (基準)	0 (基準)
垂直配向	0度	-0.5	+0.3	-2.1	+2.4
斜め配向	60度	+2.5	+6.3	-3.5	+9.8

【0022】表1に示すように、斜め記録では、再生出力が高く、記録分解能が高いのみならず、媒体ノイズも低く、高密度領域における再生出力／媒体ノイズ比が格段に高いことがわかる。また、本実施例の様に、例えばヨー角が60度の場合、実効的な記録トラック幅は、ヨー角が0度の場合に比べて、1/2に減少できる。従って、本実施例の様に、磁化容易軸が膜面垂直方向から半径方向に傾斜したディスク媒体と、ヨー角を大きく設けた記録ヘッドを用いることにより、現行の面内記録に比べて、数倍の面記録密度を達成できることが原理的に確認された。

【0023】なお、膜面垂直方向から半径方向に磁化容易軸が傾斜した記録媒体を形成する際、円形のターゲット400、円形のアーチャ300、基板111の幾何学的な配置の条件、ターゲット400の表面上に発生するスパッタ粒子高密度発生領域401の不均一性等により、円形の基板上の磁気記録媒体の磁化容易軸を基板面に投影すると、投影した磁化容易軸が、半径方向と円周方向の間に存在する領域があった。このような領域について、記録再生特性を評価したところ、上述の様に記録ヘッドにヨー角を形成した場合のみならず、ヨー角を0度とした場合にも十分に高い記録分解能と再生出力／媒体ノイズ比が得られた。

#### 【0024】実施例2

実施例1において、基板面に投影した磁化容易軸が円形基板の半径方向と円周方向の間に存在する場合に、良好な記録分解能と再生出力／媒体ノイズ比が得られたので、斜め配向蒸着テープを用いて、磁化容易軸方向と記録再生特性の関係を調べた。

【0025】斜め配向蒸着テープは、8mmVTRテープ用に市販されている斜め蒸着テープと同様の巻き取り式成膜装置を用い、酸素を導入した雰囲気でCoを蒸着し、0.2μmの膜厚の磁性層を形成した。この磁性層は市販の斜め蒸着と同様、基板面から斜めに配向した磁

化容易軸を基板面に投影すると、その投影した軸は基板の巻き取り方向に存在していた。この様に作成した蒸着膜について種々の角度で切り出した試料を磁気テープの記録再生評価装置に設置して特性を調べた。切り出した角度は、基板の巻き取り方向と平行（基準の0度とする）、10度、20度、30度、45度、60度、75度と直交した場合の90度である。記録再生特性の評価は記録密度100kFCIで記録し、そのときの再生出力と媒体ノイズを測定し、相対比較した。

【0026】まず、磁気ヘッドのギャップ部が記録トラック方向に対して直交させた場合、即ちヨー角が0度の場合について、評価した結果を図5に示す。再生出力は基板面に投影された磁化容易軸とトラック方向のなす角度が大きくなると減少する傾向を示すが、意外にも10度から20度ずれた方が高い特性を示した。一方、媒体ノイズは基板面に投影された磁化容易軸とトラック方向のなす角度が30度以上で大きく減少した。結果として、再生出力／媒体ノイズ比は、基板面に投影された磁化容易軸とトラック方向のなす角度が20度から45度の範囲で基板面に投影された磁化容易軸とトラック方向のなす角度が0度の場合に比べ向上することが分かった。

【0027】次に、同じテープ状の記録試料を用いて、磁気ヘッドのヨー角を15度として、記録再生特性を評価した。その結果を図6に示す。この場合、基板面に投影された磁化容易軸とトラック方向のなす角度が30度の時の再生出力が最も高かったので、基板面に投影された磁化容易軸とトラック方向のなす角度が30度の場合を再生出力、媒体ノイズ及び再生出力／媒体ノイズ比の基準として表した。再生出力は、基板面に投影された磁化容易軸とトラック方向のなす角度が30度以上になると減少するものの、ヨー角が0度の場合と比較するとその減少は小さかった。一方、基板面に投影された磁化容

易軸とトラック方向のなす角度が30度以上の試料では媒体ノイズが大きく減少し、結果として、基板面に投影された磁化容易軸とトラック方向のなす角度が60度の場合に最も高い再生出力/媒体ノイズ比が得られた。また、基板面に投影された磁化容易軸とトラック方向のなす角度が0度の場合に比較して30度から75度の範囲で高い再生出力/媒体ノイズ比が得られることが分かった。

【0028】さらに、同じテープ状の記録試料を用いて、磁気ヘッドのヨー角を30度として、記録再生特性を評価した。その結果を図7に示す。この場合も、基板面に投影された磁化容易軸とトラック方向のなす角度が30度の時の再生出力が最も高かったので、基板面に投影された磁化容易軸とトラック方向のなす角度が30度の場合を再生出力、媒体ノイズ及び再生出力/媒体ノイズ比の基準として表した。再生出力は、基板面に投影された磁化容易軸とトラック方向のなす角度が30度以上になると減少するものの、ヨー角が0度と15度の場合と比較するとその減少はさらに小さくなった。一方、この場合も基板面に投影された磁化容易軸とトラック方向のなす角度が30度以上の試料では媒体ノイズが大きく減少し、結果として、基板面に投影された磁化容易軸とトラック方向のなす角度が75度の場合に最も高い再生出力/媒体ノイズ比が得られた。また、基板面に投影された磁化容易軸とトラック方向のなす角度が0度の場合に比較して45度から90度の範囲で高い再生出力/媒

体ノイズ比が得られ、90度の場合でも高い再生出力/媒体ノイズ比が得られることが分かった。

【0029】以上、磁気ヘッドのヨー角が0度の場合でも、基板面に投影された磁化容易軸とトラック方向のなす角度が0度の場合に比べ、10度から45度の場合の方が高い再生出力/媒体ノイズ比が得られることが、また、磁気ヘッドにヨー角を設けることにより、基板面に投影された磁化容易軸とトラック方向のなす角度が大きな場合に高い再生出力/媒体ノイズ比が得られることが分かった。

#### 【0030】実施例3

高透磁率層としてバーマロイ膜を設けたディスク基板上に実施例1と同様の方法でTi及びCo-Cr-Ta膜を形成し、磁化容易軸が膜面垂直方向から半径方向に傾斜したディスクを作製した。また、比較のために、同じバーマロイ膜を設けたディスク基板上に通常のスパッタリング法でTi及びCo-Cr-Ta膜を形成し、磁化容易軸が垂直方向に向いたディスクを作製した。

【0031】このようにして作製した2種類のディスクについて、単磁極ヘッドを用いてヨー角を変えて記録再生特性を評価した。線記録密度が150kFCIの条件下記録した場合の再生出力、媒体ノイズおよび再生出力/媒体ノイズ比をそれぞれ第2、第3および第4表に示す。

#### 【0032】

【表2】

表2

ヨー角	垂直磁性層/高透磁率層ディスク	半径方向に斜め配向した磁性層/高透磁率層ディスク
0度	0dB (基準)	-2.4dB
15度	-0.7dB	-0.7dB
30度	-2.6dB	-0.9dB
45度	-6.2dB	-1.5dB

【0033】

【表3】

表3

ヨー角	垂直磁性層/高透磁率層ディスク	半径方向に斜め配向した磁性層/高透磁率層ディスク
0度	0dB (基準)	-3.5dB
15度	-0.3dB	-4.5dB
30度	-1.4dB	-4.7dB
45度	-3.3dB	-5.1dB

【0034】

【表4】

表4

ヨー角	垂直磁性層／高透磁率層ディスク	半径方向に斜め配向した磁性層／高透磁率層ディスク
0度	0 dB (基準)	+1.2 dB
15度	-0.4 dB	+3.8 dB
30度	-1.2 dB	+3.8 dB
45度	-2.9 dB	+3.6 dB

【0035】なお、通常の垂直磁性層を用いてヨー角を0度とした場合を比較の基準として0 dBと表記した。また、記録再生特性の測定値についてはヘッドから測定された再生出力、媒体ノイズの値を用い、実施例1の様にヨー角の変化に伴う補正をせずに表に示した。

【0036】第2表に示す様に、ヨー角が0度の場合、半径方向に斜め配向させた磁性層を有するディスクは通常の垂直磁性層を用いたディスクに比べると再生出力が低いが、ヨー角が15度以上では通常の垂直磁性層を用いたディスク以上の再生出力を示した。

【0037】一方、第3表に示す様に、通常の垂直磁性層を用いたディスクに比べ、半径方向に斜め配向させた磁性層を有するディスクは格段に低い媒体ノイズ特性を示した。結果として、第4表に示す様に、半径方向に斜め配向させた磁性層を有するディスクはヨー角が0度の場合にも通常の垂直磁性層を用いたディスクに比べ高い再生出力／媒体ノイズ比を示すことが分かった。

#### 【0038】

【発明の効果】本発明によれば、従来の媒体、ヘッドの作製プロセスを若干変更するのみで、斜め記録を円形のディスクで実現でき、従来の面内記録に比べ、格段に再生出力／媒体ノイズ比、及び線記録密度、トラック密度を向上できる。従って、磁気記録再生装置の面記録密度を大幅に向上でき、高密度記録に有用である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の磁気記録媒体と磁気ヘッドを示す図である。

【図2】本発明の磁気記録媒体を作製するための斜め入射スパッタ法の概念図である。

【図3】本発明の磁気記録媒体の磁化曲線の一例であ

る。

【図4】本発明の磁気ヘッドの記録媒体対向面の模式図の一例である。

【図5】基板面に投影された磁化容易軸とトラック方向のなす角度が異なる媒体について磁気ヘッドのヨー角を0度として測定した記録再生特性の例である。

【図6】基板面に投影された磁化容易軸とトラック方向のなす角度が異なる媒体について磁気ヘッドのヨー角を15度として測定した記録再生特性の例である。

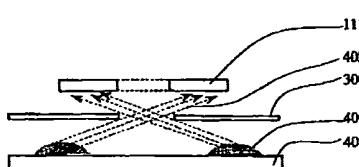
【図7】基板面に投影された磁化容易軸とトラック方向のなす角度が異なる媒体について磁気ヘッドのヨー角を30度として測定した記録再生特性の例である。

#### 【符号の説明】

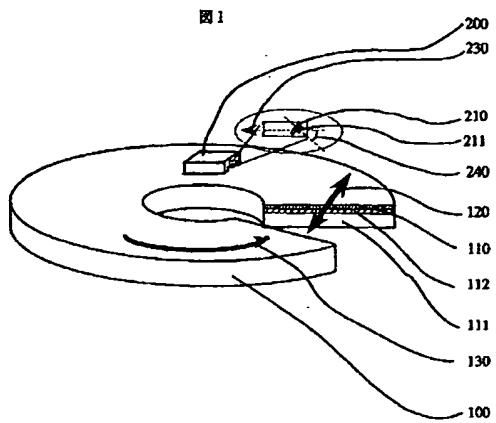
100…磁気ディスク記録媒体、110…磁化容易軸が半径方向に傾斜した磁気記録層の断面、111…磁気ディスク基板断面、112…磁性層形成用下地膜断面、120…磁化容易軸方向を示す矢印、130…記録トラック方向を示す矢印、200…磁気ヘッド、210…磁気ヘッドの前縁側磁極、211…磁気ヘッドの後前縁側磁極、212…磁気ヘッドの下部磁極面、213…磁気ヘッドの上部磁極面、230…磁気ヘッドに対する媒体面の相対移動方向、240…ヨー角、300…アーチャ、400…スパッタリング・ターゲット断面図、401…スパッタ粒子高密度発生領域、402…磁気ディスク基板上に飛来するスパッタ粒子の入射方向を示す矢印、1131…円形ディスク基板の半径方向に印加磁界を掃引した場合に観測された磁化曲線、1132…膜面垂直方向に印加磁界を掃引した場合に観測された磁化曲線、1113…円形ディスク基板の円周方向に印加磁界を掃引した場合に観測された磁化曲線。

【図2】

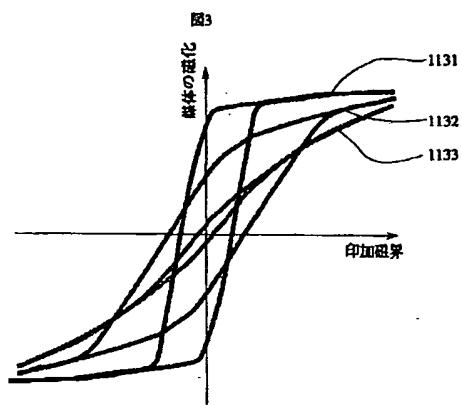
図2



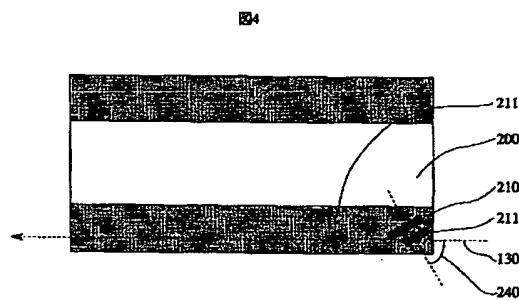
【図1】



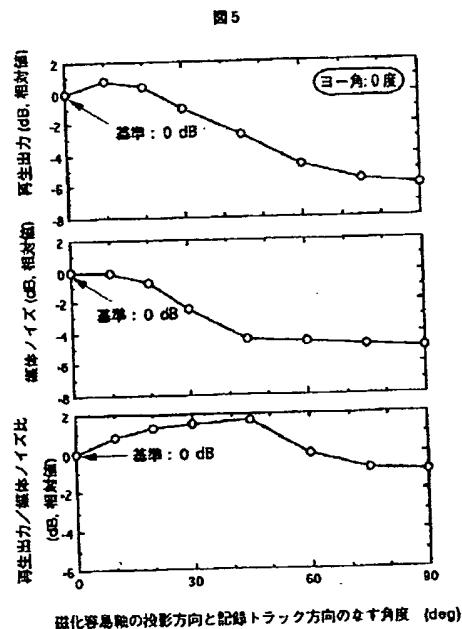
【図3】



【図4】

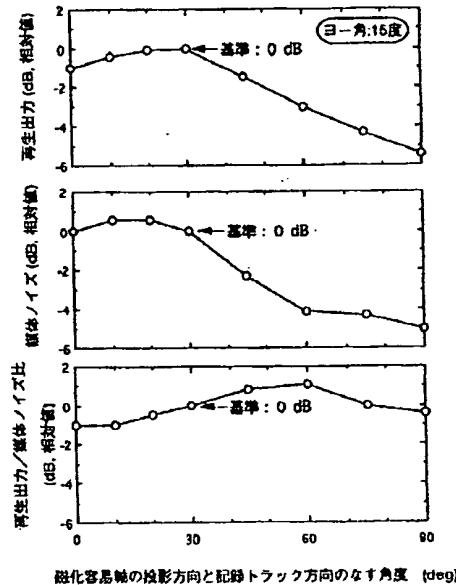


【図5】



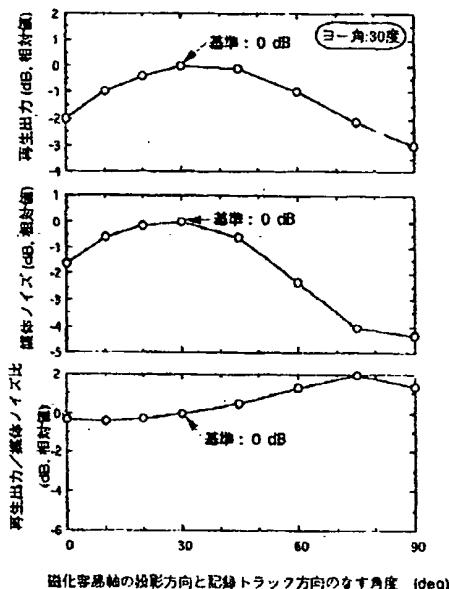
【図6】

図6



【図7】

図7



## フロントページの続き

(72)発明者 吉田 和悦  
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 鈴木 幹夫  
神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会  
社日立製作所ストレージシステム事業部内

(72)発明者 平山 義幸  
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 二本 正昭  
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 丸山 洋治  
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内